植 物 分 类 学 报 27 (5): 365—377 (1989)
Acta Phytotaxonomica Sinica

竹类果实与淀粉形态及系统位置*

温太辉　　何晓玲
(浙江省林业科学研究所，杭州)

THE MORPHOLOGY OF FRUITS AND STARCHES IN BAMBOOS, AND ITS RELATION TO SYSTEMATIC POSITION

WEN TAI-HUI　　HE XIAO-LING
(Zhejiang Forestry Institute, Hangzhou)

Abstract In this article, 30 speceis of bamboos, including 19 genera in 5 tribes, were collected and the morphology of fruits and starches of them was studied. The results are as follows.

I. The morphology of fruits is important in studies of systematic position in bamboos. According to the systems of W. Munro and G. Bentham whether the pericarp is adhesive to or free from the seed coat may be taken as a basis of classification. It is also confirmed in this article.

It is found in this work that all taxa with a binding pericarp and seed coat are of caryopsis that also has a ventral suture and hilum, while all others with a separated pericarp and seed coat are of bacca or nut, which has no ventral suture and hilum. The former has a hard and thin pericarp and rich endosperm, while the latter has a fleshy and thick pericarp and no endosperm. These characteristics form a basis of classification of major groups.

II. In 1907, Brandis found that no any endosperm in matured fruit of *Dinochloa, Melocalamus, Melocanna* and *Ochlandra*. It has been proved by Stapf in at least one genus. We found that the baccae of *Qiongzhuea, Melocanna, Ferrocalamus* and *Chimonobambusa* Subg. *Oerocalama* were empty, with no endosperm. This may be a common character of the bacca. We believe, therefore, that the systematic position of *Qiongzhuea, Ferrocalamus* and *Chimonobambusa* Subg. *Oreocalama* is close to *Melocanneae.*

III. Starch grains of bamboo fruits are complex in structure. They are round or ellipsoidal, consisting of 3—22 polyhedral or apple-like small grains. The morphology of starch grains is not so important as fruit in bamboo classification, but some characteristics are of a high value in the identification of genera and species, when they are combined with other features. In *Cephalostachyum,* the starch grain is very big, with 20—40 μm in diam, and the starch small grain is polyhedral or apple-like with 7.5—22.5 μm in diam, while in *Dendrocalamus,* the starch grain is small, with 10—28.9 μm in diam. and the starch small grain is only polyhedral, with 3—11.9 μm in diam. The morphology and size of the starch grain and

* 本所刘亚群同志参加部分实验工作，特此致谢。
1987.12.07 收稿。

starch small grain are also different in *Melocanna* and *Chimonobambusa* Subg. *Oreocalama*.

IV. W. Munro's system divided Bambuseae into three major groups according to the morphology of flower and fruit. Because the material was not sufficient at that time, the system wrongly put *Cephalostachyum*, *Dendrocalamus* into the group *Bacciferea*. Now it is found that both *Cephalostachyum* and *Dendrocalamus* have a nut. Later G. Bentham found this problem and divided the Bambuseae into four subtribes, treating *Dendrocalamus* as a separate subtribe, Dendrocalamae, and putting the bacca group into another subtribe, Melocannae. It is better, but it also has some shortcomings. Hackel, Gamble, E. G. Camus, A. Camus and Keng Pojie all accepted the view of Bentham, placing *Dendrocalamus* and *Melocanna* into different subtribes or tribes.

Key .words Bamboo; Fruits; Systematics; Complex starchgrain; Small starch grain

摘要 本文收集了竹类5个族21属30种的竹类果实，作了外部形态与淀粉形态的研究，从而为确立各竹属的系统分类位置提供了科学依据，进一步证实了浆果类果实不具有胚乳，从而认为 *Oreocalamus* (Keng, 1940), *Qiongzhuea*（薛纪如等，1979），*Ferrocalamus*（耿伯介等，1982）与 *Chimonobambusa* Subg. Chimonobambusa 系统位置更接近于 *Melocanneae*（Keng, 1940）。竹类果实淀粉均为复粒结构。果实大小、淀粉粒大小与淀粉小粒相互之间有一定的联系。

关键词 竹果;系统;复合淀粉粒;淀粉小粒

一、引 言

竹类果实与淀粉形态是竹类植物长期演化的产物，反映了系统特征，对研究竹类各个成员的系统位置有着重要的价值。W. Munro (1868) 和 Bentham, J. D. Hooker (1897) 都以竹果的形态特征区分亚族，当时竹类还只有一个族，这个族也就相当于现在的竹亚科，当时的亚族也就相当于现在的族。Bentham 系统 (Hooker, 1897)一直为许多分类学家所采用。如 Hackel (1899), Baillon (1893), Gamble (1896) 等人基本上沿用这个系统。由于竹子开花不容易，得到果实更为困难，因而人们很少有可能对它作系统的研究。E. A. McClure (1966) 收集了17个属、22个种竹类果实照片（其中有11种为 McClure 根据标本绘制的，另11种根据他人图重画）(Munro, 1968)，这在当时已经是最完整的资料了。本文报道了对竹类5个族21属30种的果实的外部形态与淀粉形态的研究结果。

二、材料与方法

材料采自我国四川、云南、贵州、湖南、浙江、广西、江西、陕西等地及印度、泰国、美国、巴拉圭等国，计5族21属30种(表1)。

竹果外部形态(图版1—2)用 Olympus 解剖摄影仪观察并摄影。竹果大小用游标卡尺测量。长度为自基部至喙之末端距离；背面至腹面距离为厚度；与腹面两边之距离为宽度。球形竹果对应的指标是长轴直径和短轴直径。

淀粉在粉碎后置于 S-450 扫描电镜下观察并拍照[1)](图版4)。另对样品以稀释碘液

1) 电镜扫描照片由浙江省电镜室协助拍摄。

表1 竹果标本采集表

Table 1 The Collection of Bamboo Fruits

种 名 Species	采集人 Collector	标本号 Specimen No.	采集地点 Locality	采集时间 Time
印度簕竹 *Bambusa arundinacea*	—	21	印度中央邦 Madhya Pradesh, India	86.4
冷箭竹 *Bashania fargianus*	史军义 Shi Junyi	12	四川，卧龙 Wolong, Sichuan	83.11
巴山木竹 *Bashania fargesii*	唐建文 Tang Jianwen	7	陕西，镇巴 Zhenba, Shanxi	83.5
饱竹 *Bashania qingchingshanensis*	易同培 Yi Tongpei	11	四川，灌县 Guanxian, Sichuan	82.6
头穗竹 *Cephalostachyum pallidum*	薛纪如 Xue Jiru	3	云南，盈江 Yingjiang, Yunnan	
合江方竹 *Chimonobambusa hejiangsis*	张家贤 Zhang Jiaxian	27	贵州，赤水 Chishui, Guizhou	85.4
月月竹 *Chimonobambusa sichuanensis*	易同培 Yi Tongpei	14	四川，灌县 Guanxian, Sichuan	83.6
金佛山方竹 *Chimonobambusa utilis*	张家贤 Zhang Jiaxian	9	贵州，赤水 Chishui, Guizhou	84.5
小香竹 *Chimonocalamus clumosus*	易同培 Yi Tongpei	10	云南，西畴 Xichou, Yunnan	77.12
肿节竹 *Clavinodum oedogonotum*	张培新 Zhang Peixin	34	福建，崇安 Chongan, Fujian	81.5
小叶龙竹 *Dendrocalamus membranaceus*	—	24	泰国 Thailand	86.4
牡竹 *Dendrocalamus strictus*	—	20	印度，北方邦 Uttar Pradesh, India	86.4
薛氏箭竹 *Fargesia hsuehiana*	易同培 Yi Tongpei	31	云南，金平 Jinping, Yunnan	83.9
金平箭竹 *Fargesia jinpingensis*	薛纪如 Xue Jiru	13	云南，金平 Jinping, Yunnan	83.9
箭竹 *Fargesia spathacea*	易同培 Yi Tongpei	18	四川，巫溪 Wuxi, Sichuan	85.5
铁竹 *Ferrocalamus strictus*	薛纪如 Xue Jiru	15	云南，金平 Jinping, Yunnan	81.
多叶井冈竹 *Gelidocalamus multifolius*	杨保民 Yang Baomin	30	湖南 Hunan	82.
白毛巨竹 *Gigantochloa albociliata*	—	25	泰国 Thailand	86.4
黑毛巨竹 *Gigantochloa nigrociliata*	—	23	泰国 Thailand	86.4
兴山箬竹 *Indocalamus dumetosa*	—	17	美国 U. S. A.	85.6
箬竹 *Indocalamus tessellatus*	温太辉 Wen Taihui	33	浙江，安吉 Anji, Zhejiang	—
梨竹 *Melocanna* sp.	易同培 Yi Tongpei	32	云南，澜沧 Lancang, Yunnan	87.2
早竹 *Phyllostachys praecox*	陈士强 Chen Shiqiang	8	浙江，庆元 Qingyuan, Zhejiang	84.11
毛竹 *Phyllostachys heterocycla*	—	16	广西，灵川 Lingchuan, Guangxi	83.10
斑苦竹 *Pleioblastus maculatus*	蔡纫秋 Cai Rengqiu	1	浙江，德清 Deqing, Zhejiang	80.7
平竹 *Qiongzhuea rigidula*	易同培 Yi Tongpei	5	四川，丰都 Fengdu, Sichuan	75.8
实竹 *Qiongzhuea communis*	李志前 Li Zhiqian	6	四川，马边 Mabian, Sichuan	81.5
扇枝竹 *Rhipidocadium racemiflorum*	C. Rifat	26	巴拉圭 Paraguay	86.4
华箬竹 *Sasa sinica*	张培新 Zhang Peixin	2	浙江，安吉 Anji, Zhejiang	83.
椽子竹 *Thyrsotachys siamensis*	—	22	泰国 Thailand	86.4

染色，再取一滴于载玻片上，覆以盖玻片在光学显微镜下用测微尺测定并记载淀粉粒与淀粉小粒的形态、大小和数量，以 XS-B1 实验生物显微镜摄影仪摄影(图版 2—3)。每一种淀粉粒与淀粉小粒都随机测定 20 个，求其最大值、最小值、平均大小及标准差。卵形颗粒以最大直径计算，多面体颗粒以最长对角线长度计算。

表 2 竹果外部形态特征

Table 2 The external characteristics of bamboo fruits

种名 Species	竹果类型 Type	千粒重 (g) Weight of one thousand	长度 (mm) Length	宽度 (mm) Width	厚度 (mm) Thickness	外形 Shape	喙 Rostrum	果皮形态 Morphology of pericarp	腹沟与果长比 The length proportion of ventral suture and fruit	脐(突起) Areola (Umbo)
印度簕竹 *Bambusa arundinacea*	颖果 Caryopsis	12.30	7.24	2.12	1.52	纺锤形 fusiform	急尖 acute	膜质,具线状纹 membranous, lineate	1/1.25	椭圆形 elliptic
冷箭竹 *Bashania fargianus*	同上 do.	9.80	7.29	1.69	1.39	纺锤形 fusiform	急尖 acute	膜质,具线状纹 membranous, lineate	1/1.19	椭圆形 elliptic
巴山木竹 *Bashania fargesii*	同上 do.	58.00	11.39	3.57	2.43	纺锤形 fusiform	急尖 acute	膜质,具皱褶 membranous, rugose	1/1.25	倒卵圆形 obovate
饱竹 *Bashania qingchingshanensis*	同上 do.	16.06	8.00	2.16	1.66	纺锤形 fusiform	渐尖 acuminate	膜质,具条状纹 membranous, striate	1/1.18	长圆形 oblong
月月竹 *Chimonobambusa Sichuanensis*	同上 do.	32.00	9.02	3.12	2.72	橄榄形 oliviform	急尖 acute	膜质,具网状纹 membranous, reticulate	1/1.10	扁圆形 oblate
小香竹 *Chimonocalamus clumosus*	同上 do.	8.75	6.49	1.42	1.17	背腹扁纺锤形 appressed, fusiform	渐尖 acuminate	膜质,具网状纹 membranous, reticulate	1/1.03	椭圆形 elliptic
薛氏箭竹 *Fargesia hsuehiana*	同上 do.	10.00	9.23	1.50	1.36	纺锤形 fusiform	钝圆,具芒 obtuse, aristate	膜质,具条状纹 membranous, striate	1/1.15	长圆形 oblong
金平箭竹 *Fargesia jinpingensis*	同上 do.	6.50	6.91	1.21	0.99	纺锤形 fusiform	骤尖 cuspidate	膜质,具条状纹 membranous, striate	1/1.16	长圆形 oblong
箭竹 *Fargesia spathacea*	同上 do.	16.25	8.65	2.13	1.69	橄榄形 oliviform	急尖 acute	膜质,具条状纹 membranous, striate	1/1.20	长圆形 oblong
多叶井冈竹 *Gelidocalamus multifolius*	同上 do.	8.75	4.10	2.56	2.23	球形 globose	短尖 mucronate	革质,具网状纹 coriaceous, reticulate	1/1.00	圆盘状 orbiculate
白毛巨竹 *Gigantochloa albociliata*	同上 do.	4.50	9.70	1.18	1.16	长圆柱形 terete	骤尖 cuspidate	膜质,具线状纹 membranous, lineate	1/1.54	长圆形 oblong
黑毛巨竹 *Gigantochloa nigrociliata*	同上 do.	17.50	11.23	1.78	1.80	长圆形 oblong	细尖 apiculate	膜质,光滑 membranous, smooth	1/2.22	扁圆形 oblate

兴山箬竹 *Indocalamus dumetosa*	同 上 do.	1.10	6.85	1.78	1.03	肾 形 reniform	渐尖 acuminate	膜质,具条状纹 membranous, striate	1/1.2	长圆形 oblong
早 竹 *Phyllostachys praecox*	同 上 do.	26.25	13.38	2.53	2.17	长圆形 oblong	骤尖 cuspidate	膜质,具皱褶 membranous, rugose	1/1.41	长圆形 oblong
毛 竹 *Phyllostachys heterocycla*	同 上 do.	15.78	10.19	1.72	1.38	长圆柱形 terete	急尖 acute	膜质,具条状纹 membranous, striate	1/1.40	长圆形 oblong
斑苦竹 *Pleioblastus maculatus*	同 上 do.	25.50	8.68	2.32	1.98	长圆形 oblong	骤尖 cuspidate	膜质,具网状纹 membranous, reticulate	1/1.27	长圆形 oblong
扁枝竹 *Rhipidocladium racemiflorum*	同 上 do.	0.20	4.51	0.924	0.78	纺锤形 fusiform	渐尖 acuminate	膜质,具条状纹 membranous, striate	1/1.35	无 absent
华箬竹 *Sasa sinica*	同 上 do.	18.00	6.08	2.04	1.98	纺锤形 fusiform	急尖 acute	膜质,具网状纹 membranous, reticulate	1/1.08	长圆形 oblong
橡子竹 *Thyrsotachys siamensis*	同 上 do.	12.00	9.83	1.81	1.63	长圆柱形 terete	骤尖 cuspidate	膜质,光滑 membranous, smooth	1/1.52	倒卵圆形 obovate
头穗竹 *Cephalostachyum pallidum*	坚 果 nut	555.00	14.62	10.93	10.91	椭圆体 ellipsoidal	锥状的 awl-shaped	壳质,具网状纹 crustaceous, reticulate	无腹沟 no ventral	无 absent
小叶龙竹 *Dendrocalamus membranaceus*	同 上 do.	13.25	6.22	2.11	2.10	纺锤形 fusiform	急尖 acute	壳质,光滑 crustaceous smooth	同上 do.	无 absent
牡 竹 *Dendrocalamus strictus*	同 上 do.	23.12	7.31	2.98	3.00	橄榄形 oliviform	钝圆,具芒 obtuse, aristate	壳质,光滑 crustaceous, smooth	同上 do.	无 absent
合江方竹 *Chimonobambusa hejiangsis*	浆 果 bacca	97.00	10.35	5.10	3.03	橄榄形 oliviform	渐尖 acuminate	肉质,具皱褶 fleshy, rugose	同上 do.	无 absent
金佛山方竹 *Chimonobambusa utilis*	同 上 do.	70.00	11.94	6.28	2.84	肾 形 reniform	渐尖 acuminate	肉质,具皱褶 fleshy, rugose	同上 do.	无 absent
铁 竹 *Ferrocalamus strictus*	同 上 do.	248.00	9.54	6.84	6.85	椭圆形 ellipsoidal	渐尖 acuminate	肉质,颗粒状 fleshy, granular	同上 do.	无 absent
梨 竹 *Melocanna sp.*	同 上 do.	69.44	10.86	8.04	8.04	卵圆形 ovoid	细尖 apiculate	肉质,粗糙 fleshy, scabrous	同上 do.	无 absent
平 竹 *Qiongzhuea communis*	同 上 do.	35.00	8.50	3.18	2.31	卵圆形 ovoid	短尖 mucronate	肉质,具网状纹 fleshy, reticulate	同上 do.	无 absent
实 竹 *Qiongzhuea rigidula*	同 上 do.	35.50	8.95	4.02	3.56	长圆形 oblong	钝圆 obtuse	肉质,具网状纹 fleshy, reticulate	同上 do.	无 absent

三、竹果外部形态特征

1. 竹果的性质

我们采集的竹果有颖果、坚果与浆果三种，以颖果为最多，坚果次之，浆果最少。

颖果果皮膜质，薄而软，且与种皮粘合在一起，不易分离；腹沟明显，腹沟与果长之比大致接近；纵贯在腹沟背面基部具盘状种脐。具有颖果的属有：*Bambusa*, *Bashania*, *Fargesia*, *Indocalamus*, *Gelidocalamus*, *Chimonobambusa*, Subg. *Chimonobambusa*, *Chimonocalamus*, *Phyllostachys*, *Pleioblastus*, *Clavinodum*, *Sasa*, *Thyrsostachys*, *Gigantochloa*, *Rhipidocladium* 14个属。坚果果皮坚硬、壳质、表面光滑、果皮与种皮相分离，无腹沟与种脐。具有坚果的属有 *Dendrocalamus*, *Cephalostachyum*。浆果果皮厚，肉质，与种皮相分离。腹沟与种脐明显或不明显。具有浆果的属有 *Chimonobambusa* Subg. *Chimonobambusa* 和 Subg. *Oreocalama*, *Ferrocalamus*, *Qiongzhuea*, *Melocanna*。

最早有 Brandis (1907) (McClure, 1966) 报道说 *Dinochloa*, *Melocalamus*, *Melocanna* 和 *Ochlancha* 各属成熟的种子没有胚乳。以后 Stapf (1914) (McClure, 1966) 在对 *Melocanna baccifera* 的解剖中加以证实。我们对国产 *Qiongzhuea*, *Ferrocalamus* 以及 *Chimonobambusa* Subg. *Oreocalama* 等属成熟的浆果解剖时也同样发现这种情况。当然这种情况是很特殊的(Munro, 1968)。但颖果与坚果都有充实的胚乳，是明显不同的。

2. 喙与脐

在竹果先端具有由花柱发育而成的喙。喙有长喙短喙之分，形态也各不相同。在颖果中 *Phyllostachys*, *Pleioblastus*, *Thyrsostachys*, *Gigantochloa*, 有长喙，*Fargesia*, *Chimonobambusa*, *Indocalamus*, *Gelidocalamus*, *Rhipidocladium*, *Bambusa* 有短喙，坚果与浆果均有短喙。脐位于基部之一侧，在颖果中脐通常呈盘状，中部呈圆形、三角形或锥状隆起，个别属呈锥状凹陷，唯 *Indocalamus* 和 *Gelidocalamus* 脐不明显。坚果与浆果无脐。

3. 竹果大小与果皮形态

颖果通常较小，且呈棒状，两端钝圆，唯 *Gelidocalamus* 呈小球形。坚果与浆果通常比颖果为大，外形多呈圆形或椭球形。坚果中 *Cephalostachyum* 的果实直径可达 1.1cm，长达 1.5cm，千粒重为 555g。浆果中 *Melocanna* 的果实直径大的可达 7—8cm，长 13cm，但一般浆果并没有那么大，通常长度为 8—12mm，宽 4—8mm。

竹果外表皮形态多变，有的光滑，有的呈条状、线状、细纹状皱褶，这也是区别属或种的根据之一(表2，图版1—2)。

四、淀粉粒形态

竹类果实淀粉粒（图版2—4）是由若干个淀粉小粒组成的复合结构。淀粉粒呈长卵形或卵圆形，先端具短尖头，为外膜所包被、外膜破后散出淀粉小粒。淀粉小粒通常为不规则多面体，也有为卵圆形的或多面体与卵圆形兼而有之。

每一淀粉粒所含淀粉小粒数差异很大，最少为3粒，最多为22粒，通常在8—15粒。同一种淀粉粒大小差异幅度较大，而淀粉小粒的大小则比较恒定。淀粉粒与淀粉小粒的

表 3　竹果淀粉粒、淀粉小粒显微形态及大小

Table 3　The shape and size of starch grains and starch small grains in bamboo fruits

种名 Species	类型 Type	淀粉粒 Starch grain						淀粉小粒 Starch small grain				
		形态 Shape	含小粒数 Number of small grain	直径 Diameter (μm)				形态 Shape	直径 Diameter (μm)			
				最大 Max.	最小 Min.	平均 M.	标准差 Standard deviation		最大 Max.	最小 Min.	平均 M.	标准差 Standard deviation
印度簕竹 *Bambusa arundinacea*	颖果 caryopsis	卵圆形 ovoid	3—8	30.60	10.20	17.60	4.62	多面体或不规则 polyhedral or irregular	11.90	3.40	8.30	2.10
冷箭竹 *Bashania fargianus*	同上 do.	同上 do.	4—14	23.80	13.60	17.00	3.24	多面体 polyhedral	10.20	2.60	6.80	1.91
巴山木竹 *Bashania fargesii*	同上 do.	同上 do.	3—12	27.20	11.90	18.60	3.80	多面体 polyhedral	11.90	3.40	7.60	2.07
饱竹 *Bashania qingchingshanensis*	同上 do.	同上 do.	4—18	33.50	12.25	17.67	5.43	多面体 polyhedral	8.75	4.50	6.74	1.19
月月竹 *Chimonobambusa sichuanensis*	同上 do.	同上 do.	4—8	27.50	12.00	16.85	4.13	多面体或不规则 polyhedron or irregular	8.00	2.75	5.78	1.56
小香竹 *Chimonocalamus clumosus*	同上 do.	同上 do.	4—15	61.00	12.00	34.70	11.28	多面体或卵球形 polyhedral or ovoid	10.25	2.60	6.18	1.41
薛氏箭竹 *Fargesia hsuehiana*	同上 do.	同上 do.	5—12	22.50	15.25	18.23	10.20	多面体 polyhedral	7.25	2.75	4.81	1.15
金平箭竹 *Fargesia jinpingensis*	同上 do.	近卵圆形 subovoid	4—15	80.00	15.00	36.40	15.32	多面体 polyhedral	7.75	4.50	6.46	1.19
箭竹 *Fargesia spathacea*	同上 do.	卵圆形 ovoid	7—16	25.50	13.60	18.40	3.10	多面体或不规则 polyhedral or irregular	10.20	3.40	5.60	1.90
多叶井岗竹 *Gelidocalamus multifolius*	同上 do.	卵圆形 ovoid	3—9	39.00	15.00	23.75	7.58	多面体 polyhedral	10.00	3.50	6.40	1.52
白毛巨竹 *Gigantochloa albociliata*	同上 do.	卵圆形 ovoid	3—11	21.25	10.00	14.90	3.24	多面体 polyhedral	7.50	2.75	4.58	1.40
黑毛巨竹 *Gigantochloa nigrociliata*	同上 do.	近卵圆形 subovoid	4—14	81.00	29.00	50.20	16.51	多面体 polyhedral	32.25	8.75	16.95	5.16

续表 3

种名 Species	类型 Type	淀粉粒 Starch grain						淀粉小粒 Starch small grain				
		形态 Shape	含小粒数 Number of small grain	直径 Diameter (μm)				形态 Shape	直径 Diameter (μm)			
				最大 Max.	最小 Min.	平均 M.	标准差 Standard deviation		最大 Max.	最小 Min.	平均 M.	标准差 Standard deviation
兴山箬竹 *Indocalamus dumetosa*	颖果 Caryopsis	近卵圆形 subovoid	3—20	65.00	22.00	39.85	13.25	多面体 polyhedral	7.25	3.75	5.54	1.14
早竹 *Phyllostachys praecox*	同上 do.	卵圆形 ovoid	5—15	34.00	11.90	20.70	6.18	多面体或卵球形 polyhedral or ovoid	11.90	1.70	8.00	2.66
毛竹 *Phyllostachys heterocycla*	同上 do.	卵圆形 ovoid	4—22	35.70	8.50	18.90	6.93	多面体或卵球形 polyhedral or ovoid	8.50	2.60	5.80	1.79
斑苦竹 *Pleioblastus maculatus*	同上 do.	近卵圆形 subovoid	5—12	30.60	17.00	21.60	4.17	多面体或不规则 polyhedral or irregular	13.60	3.40	13.00	2.97
扇枝竹 *Rhipidocladium racemiflorum*	同上 do.	近卵圆形 subovoid	3—16	50.00	15.00	25.14	9.24	多面体或不规则 polyhedral or irregular	7.50	2.50	5.18	1.20
橡子竹 *Thyrsotachys siamensis*	同上 do	卵圆形 ovoid	4—8	22.10	10.20	16.20	3.60	多面体或不规则 polyhedral or irregular	10.20	1.70	7.50	2.22
头穗竹 *Cephalostachyum pallidum*	坚果 nut	近卵圆形 subovoid	3—19	60.00	20.00	41.00	14.83	多面体或卵球形 polyhedral or ovoid	22.50	7.50	13.25	3.98
小叶龙竹 *Dendrocalamus membranaceus*	同上 do.	卵圆形 ovoid	5—8	28.90	13.60	18.80	3.88	多面体 polyhedral	10.20	3.40	7.40	1.86
牡竹 *Dendrocalamus strictus*	同上 do.	卵圆形 ovoid	3—7	18.70	11.10	13.70	2.11	多面体 polyhedral	11.90	3.40	6.90	2.22
合江方竹 *Chimonobambusa hejiangensia*	浆果 bacca	近卵圆形 subovoid	3—11	35.00	15.00	23.45	5.31	多面体 polyhedral	17.25	7.50	11.85	2.48
梨竹 *Melocanna sp.*	同上 do.	近卵圆形 subovoid	5—19	95.00	17.00	39.55	22.83	多面体或卵球形 polyhedral or ovoid	9.50	2.50	4.58	1.68
实竹 *Qiongzhuea rigidula*	同上 do.	近卵圆形 subovoid	3—20	19.00	12.00	29.85	10.31	多面体或不规则 polyhedral or irregular	7.50	4.75	5.88	0.89

大小之间具有一定的相关性，但通常淀粉粒内所含的小粒数与其大小及果实的重量无关(表 3)。

颖果的淀粉粒(表 3)通常为长圆形或卵形，平均直径较坚果、浆果的小。唯 *Gigantochloa nigrociliata* 特大，*Indocalamus*, *Chimonocalamus* 与 *Fargesia* 也较大(表 3)。颖果淀粉粒最大直径可达 81μm，最小为 10μm，含有淀粉小粒数 3—22 个；淀粉小粒为多面体或兼有球形，平均直径为 5—16.95μm。坚果淀粉粒为卵圆形，直径较大，平均在 13.7—41μm；含有淀粉小粒数 3—19，平均直径 7—13.25μm。浆果淀粉粒为长圆形或卵圆形，直径较大，为 23—39.85μm，含有淀粉小粒 3—19个；淀粉小粒为多面体或兼有球形，平均直径 4.58—11.85μm。浆果淀粉粒一般比颖果淀粉粒大，所含小粒数多，而小粒通常较小。坚果淀粉大小在种间差异较大，一般与颖果近似，唯 *Cephalostachyum* 淀粉粒特大，超过一般淀粉粒一倍以上，淀粉小粒也较大(表 3)。

以淀粉粒平均直径在 30μm 以上为大型，20—30μm 为中型，20μm 以下为小型，则：*stachyum*, *Chimonocalamus*, *Indocalamus*, *Melocanna* 及部分 *Gigantochloa*, *Fargesia* 的淀粉为大型；*Chimonobambusa*, *Gelidocalamus*, *Phyllostachys*, *Pleioblastus*, *Qiongzhuea*, *Rhipidocladium* 为中型；*Dendrocalamus*, *Thyrsostachys*, 及部分 *Gigantochloa*, *Fargesia* 的种为小型(表 3)。

五、各属果实与淀粉粒形态特征

1. 刚竹属 *Phyllostachys* Sieb. et Zucc.

颖果，长圆形至圆柱形；长 11—15mm，宽 1.7—2.5mm，外表面光滑，具极细纵行条状或块状皱纹；腹沟凹陷，长 7—10mm，基部具脐，脐椭圆状，凹陷并于中部隆起，有时在与小穗轴连接处附有盖状果柄，先端收缩，具针状长喙，长 4—6mm；千粒重为 16—26g。淀粉粒为复粒型；淀粉粒长圆状，先端具喙状短尖头，平均直径为 19—20.7mm，内含淀粉小粒 4—22 粒；淀粉小粒为多面体，偶有球状体，直径 3—8μm，平均 5.8—8μm。

2. 苦竹属 *Pleioblastus* Nakai

颖果，外形很象小麦而略长；长 8.68mm，宽 2.3mm，外表面呈不规则皱褶；腹沟长 7mm 许；基部具脐，脐圆盘状下凹，中央有 3—6 条放射状纵脉，先端钝圆；喙长 2—3mm，先端分叉；千粒重 25.50g。淀粉复粒型，淀粉粒近卵圆形，平均直径约 20μm，包含有淀粉小粒 5—12 个；淀粉小粒为不规则多面体，直径 3.4—13.6μm，平均 8.6μm。

3. 方竹属 *Chimonobambusa* Makino

寒竹亚属 Subg. *Chimonobambusa*

颖果，橄榄球形；长约 9mm，宽 2—3mm，外表面光滑；腹沟长约 7mm；基部具脐，脐椭圆形，盆状凹陷，中央呈圆形凸起，先端有喙呈小尖头状；千粒重 32g。淀粉复粒型，淀粉粒卵状，平均直径为 17μm，包含淀粉小粒 4—8 粒；淀粉小粒呈不规则多面体，直径 2.7—8μm，平均 5.78μm。

方竹亚属 Subg. *Oreocalama*

浆果，肾形或橄榄形；果皮厚，肉质，干后表面呈不规则皱缩；长约 10mm，宽约 5mm，中空，直径 2—3mm，无胚乳，基部无脐，腹部无腹沟，先端喙仅呈一小尖突；千粒重 75—

97g。淀粉复粒型,淀粉粒长卵形,平均直径约 23μm, 包含有 3—11 淀粉小粒; 淀粉小粒多面体,直径 7.5—17.25μm, 平均 11.85μm。

4. 筇竹属 *Qiongzhuea* Hsueh et Yi

浆果,长圆形至卵圆形;长 8—9mm, 宽 3—4mm, 果皮厚,肉质,外表面具龟裂纹;无脐,无腹沟,中空,直径约 2mm, 胚乳缺如, 基部具残留果柄, 先端凹陷, 似无喙;千粒重 35g。淀粉复粒型,淀粉粒长圆形至卵圆形,平均直径 21—29μm, 包含有 3—20 个淀粉小粒;小粒为不规则多面体,直径 4.7—7.5μm, 平均 5.88μm。

5. 巴山木竹属 *Bashania* Keng f. et Yi

颖果,纺锤形;长 7—11mm, 宽 1.7—3.5mm, 果皮薄,表皮具不规则皱褶;基部具脐,圆盘状,边缘凹陷,中央隆起,或不明显;腹沟长 6—9mm, 或不明显;先端有短尖状喙; 千粒重 9.8—58g, 种间差距甚大。淀粉复粒型,淀粉粒卵圆形,平均直径 17.0—18.6μm, 内含 3—18 个淀粉小粒;小粒为多面体,直径 2.6—11.9μm, 平均 7.05μm。

6. 箬竹属 *Indocalamus* Nakai

颖果,长圆形;长 7—9mm, 宽 1.4—11mm, 表皮光滑,或具皱纹,脐不明显, 腹沟长 5—6mm 或不明显,先端具短尖状喙,有时喙顶端附有丝状花柱;千粒重 1.5—3.1g。 淀粉为复粒型,淀粉粒长圆形,平均直径 39.8μm, 内含淀粉小粒 3—20 粒。小粒为不规则多面体或球形,种间差异较大。小粒直径 3—7μm, 平均 5.54μm。

7. 井冈竹属 *Gelidocalamus* Wen

颖果,球形;长 4.1mm, 宽 2.5mm, 果皮革质,表面具细网状皱褶;腹沟一边有微凸的脊,种脐位于基底;先端具小尖头之喙;千粒重为 8.75g。淀粉复粒型,淀粉粒卵形,平均直径 23.75μm, 内含淀粉小粒 3—9 粒;小粒为多面体,直径 3.5—10μm, 平均 6.4μm。

8. 香竹属 *Chimonocalamus* Hsueh et Yi

颖果,扁纺锤形;长 6.49mm, 宽 1.4mm, 厚 1.17mm, 外表面光滑,有纵脉,略隆起,基部一侧具脐,脐呈长椭圆状,边缘凹陷,中央有一针状隆起;先端钝圆,无喙;腹沟自基部直达先端;千粒重 8.75g。淀粉复粒型, 淀粉粒卵状, 平均直径 34.7μm, 内含淀粉小粒 4—15; 小粒均为多面体,直径 2.6—10.25μm, 平均 6.18μm。

9. 箭竹属 *Fargesia* Franchet

颖果,纺锤形至橄榄形;长 7—9mm, 宽 1.5—2.1mm, 外表面光滑, 略有不规则皱纹;基部一侧具卵状脐,脐之四周凹陷, 中央呈圆形隆起; 腹沟自基部至先端纵贯;喙为短尖头, 直立或弯曲; 千粒重 6.5—16.25g。 淀粉复粒型, 淀粉粒卵形至长卵形, 平均直径 18.23—36.4μm, 内含多面体淀粉小粒 4—15, 其直径 7—10μm, 平均 4.8—6.4μm。

10. 赤竹属 *Sasa* Makino et Shibata

颖果,卵球形;长 7mm, 宽 3mm, 表面光滑;先端急尖延伸为短尖形喙。淀粉复粒型,小粒多数为苹果状,一端凹陷,同时也有不规则的多面体,直径 5—7μm。

11. 肿节竹属 *Clavinodum* Wen

颖果;淀粉复粒型;小粒多数为苹果状球体,一端凹陷,直径 7.07μm。

12. 牡竹属 *Dendrocalamus* Nees

坚果,纺锤形;长 6.2—7.3mm, 宽 2.1—3.0mm, 果皮壳质坚硬,外表面光滑;脐与腹沟

均缺如;先端有白色细毛并具一针状喙,长 2—4mm; 千粒重 13—23g。淀粉复粒型,淀粉粒卵形,平均直径 13.7—18.8μm, 内含多面体淀粉小粒 3—8 粒; 小粒直径 3.4—11.9μm, 平均 7.15μm。

13. 箣竹属 *Bambusa* Schreber

颖果,纺锤形;长 7.2mm, 宽 2.1mm, 表面光滑;基部一侧具盘状脐, 脐中央隆起; 腹沟自基部向先端纵贯;先端急尖延伸为短尖状喙, 直立或弯曲; 千粒重 12.3g。淀粉复粒型, 卵圆形, 平均直径 17.6μm, 内含不规则多面体淀粉小粒 3—8 粒; 小粒直径 3.4—11.9μm, 平均 8.3μm。

14. 头穗竹属 *Cephalostachyum* Munro

坚果,卵圆形;长 14.6mm, 宽 10.9mm, 果皮壳质坚硬,有光泽,与种皮相分离;脐与腹沟均缺失;基部具果柄;先端有瓜蒂状喙,具短尖头; 千粒重 555g。淀粉复粒型,卵状, 平均直径 41μm, 比一般竹子果实淀粉粒大好几倍,易于识别,内含淀粉小粒 3—19 个,兼有多面体与圆形两种形态;小粒直径 7.5—22.5μm, 平均 13.25μm。

15. 铁竹属 *Ferrocalamus* Hsueh et Keng f.

浆果,球形;长 9.5mm, 宽 6.8mm, 果皮厚,肉质, 与种皮分离;外表面具颗粒状皱褶,并有纵裂;中空,无胚乳;无腹沟与脐;先端无明显的喙;千粒重 2.48g。

16. 梨竹属 *Melocanna* Trin

浆果,卵圆形;长 10.86mm, 宽 8.0mm; 果皮厚,肉质,外表面具颗粒状皱褶;基部具果柄;先端有一短尖状喙;无腹沟与脐;中空,无胚乳;千粒重 69.44g。淀粉复粒型,淀粉粒长卵形,平均直径较大, 为 39.55μm, 含 5—19 小粒;小粒有多面体和球形二种, 平均直径 4.58μm。

17. 束穗竹属 *Thyrsostachys* Gamble

颖果,圆柱形;长 9.8mm, 宽 1.8mm; 果皮薄,膜质,与种皮粘合,外表面光滑有亮光;基部一侧具椭圆形脐,脐之边缘略有凹陷,大部分均隆起;腹沟较长,深凹;先端钝圆,喙为丝状,长 7.0mm; 千粒重 12g。淀粉复粒型,卵状,平均直径 16μm, 内含 5—17 不规则多边形淀粉小粒,大小相差较大;小粒直径 1.7—10μm, 平均 7.5μm。

18. 扇枝竹属 *Rhipidocladium* McClure

颖果,纺锤形;长 4.5mm, 宽 0.9mm, 外表有不明显条状皱褶,胚乳丰富,无脐,腹沟甚宽,且自基部纵贯顶端,喙呈小尖头。淀粉复粒型,长卵形, 平均直径 25.14μm, 内含 3—16 不规则多面体淀粉小粒,直径 2.5—7.5μm, 平均 5.18μm。

19. 巨竹属 *Gigantochloa* Kurz

颖果,圆柱形至长圆形;长 9—11mm 许;外表面光滑; 脐位于基部或基部一侧, 椭圆形,边缘略凹,中央呈块状或短针状突起;腹沟纵贯两端;先端钝圆具白毛, 喙瓜柄状或丝状,长 4—8mm; 千粒重 4.5—17.5g。淀粉复粒型,长卵状, 平均直径 15—50μm, 含有多面体淀粉小粒 3—20 粒;小粒直径 3—7μm 或 8—32μm。

六、小　结

1. 竹果形态在确定系统位置上的作用是重要的。W. Munro 系统与 G. Bentham 系

统所确定的果皮与种皮粘合或分离为分大类的依据，在本研究中得到了进一步的证实。与此相关的是果皮与种皮分离的有坚果与浆果两种，都是缺乏脐与腹沟的，而果皮与种皮相粘合的有颖果。绝大多数的颖果都具有明显的脐与腹沟，只有南美洲的 *Rhipidocladium* 虽有发达的腹沟，但缺乏脐，这是比较特殊的。

2. 早在 1907 年 Brandis 就发现在 *Dinochloa*, *Melocalamus*, *Ochlandra* 各属的印度竹种成熟的果实中没有胚乳，其中至少有一种为 Stapf 所证实。现在我们看到 *Chimonobambusa* Subg. *Oreocalama*, *Qiongzhuea*, *Melocanna*, *Ferrocalamus* 浆果也是中空没有胚乳的，这可能是浆果的一个共同特性，从而认为 *Oreocalamus*, *Qiongzhuea* 和 *Ferrocalamus* 的系统位置更加接近于梨竹族 *Melocanneae*。

3. *Chimonobambusa* Subg. *Chimonobambusa* 的果实是颖果[1]，果皮薄，膜质。具有脐与腹沟，胚乳充实。而 *Chimonobambusa* Subg. *Oreocalama* 是浆果。果皮厚，肉质。缺乏脐与腹沟，中空无胚乳，相差甚大。

4. 淀粉形态在分类上的重要性远没有竹果形态显著，但在区别一些属或种上仍然是重要的补充。从表 3 与图版 3—6 可以看到，一些竹果淀粉粒外部形态有的是长圆形，有的是卵圆形；有的特别大，有的很小；有的淀粉小粒都是多面体，而有的则是多面体兼球体，这都是区分属或种的重要依据。比如坚果，在 *Cephalostachyum* 中，淀粉粒甚大，直径 20—60μm；淀粉小粒为多面体与球体并存，直径 7.5—22.5μm。而在 *Dendrocalamus* 中，淀粉粒较小，直径 10—28.9μm，平均 13.25μm；淀粉小粒为多面体，直径 3—11.9μm，平均 7.15μm，两者可以区别。又如在浆果中，*Melocanna* 淀粉粒较大，平均直径近 40μm；淀粉小粒为多面体与球体并存，但直径较小，2.5—9.5μm，平均 4.58μm。*Chimonobambusa* Subg. *Oreocalama* 淀粉粒均较小，平均直径在 23—30μm 以下；淀粉小粒为多面体且较大，直径 4.7—17.3μm，平均 11.85μm。

5. W. Mnuro 系统以花与果形态分竹族 Bambuseae 为三个群，当时限于材料不足，把 *Cephalostachyum*, *Dendrocalamus* 都作为浆果列入浆果群 Bacciferae，这是不对的，现知 *Cephalostachyum*, *Dendrocalamus* 是坚果。以后 Bentham 可能发现了这个问题，在他的系统里把竹族分为四个亚族，把 *Dendrocalamus* 归入 *Dendrocalamae*，把浆果类置于 *Melocannae*，这就好多了。但也可能由于同样的原因有一些混淆。以后的 Hackel, J. S. Gamble, E. G. Camus, A. Camus 以及耿氏系统都基本沿用或保留了 Bentham 的 *Dendrocalamae* 与 *Melocannae* 的分法。

参 考 文 献

[1] 耿伯介，1982：世界竹亚科各属的考订，竹子研究汇刊，1(1)：1—19。——1982：1(2)：31—46。——1983：2(1)：11—27。——1983：2(2)：1—17。——1984：3(1)：22—42。——1984：3(2)：1—21。
[2] 耿伯介、薛纪如，1982：铁竹属——我国竹类一新属，竹子研究汇刊，1(2)：1—5。
[3] 傅家瑞，1985：种子生理，科学出版社，1—17。
[4] 薛纪如、易同培，1979：我国西南地区竹类二新属——香竹属和筇竹属(一)香竹属，云南植物研究，1(2)：74—84。

1) F. A. McClure "The Bamboo" p55 图 5，绘有 *Chimonobambusa marmorea*，为颖果，系大井次三郎 1952 年 5 月 15 日在日本崎玉县大佐和附近采集的。

[5] Baillon H. E., 1893: Monographic des Graminees, paris: Librairie Hachette & Cie, 12: 135—334.
[6] Bentham & Hooker, J., 1897: Flora of British India, Published under the Authority of the Secretary of State for India in Council, 376—420.
[7] Calderon, C. & T. Soderstrom, 1973: Morphological and Anatomical Considerations of the Genus Maclurolyra, in Smith. Contri. Bot. 11.
[8] Clayton, W., 1970: Flora of Tropical East Africa, Gramineae, Published under the Authority of the Minister for Overseas Development.
[9] Gamble, J., 1896: The Bambuseae of British India, in Lin. Soc. Annals of the Royal Botanic Garden, Calcutta.
[10] Hackel E., 1899: Enumeratic Graminum Japoniae. *Bulletin de l'Herbier Boissier, old series,* 7(10): 701—726.
[11] Keng, Y. L., 1940: Two New Generic Names and One New Species of Chinese Bamboos., *Sunyatsenia* 4(3—4).
[12] McClure, E. A., 1966: The Bamboos——a Fresh Perspective., Cambridge: Harvard Univ. Press 82—143.
[13] Munro, W., 1868: A Monograph of the Bambusaceae., in Lin. Soc. London.

图版说明 Explanation of plates

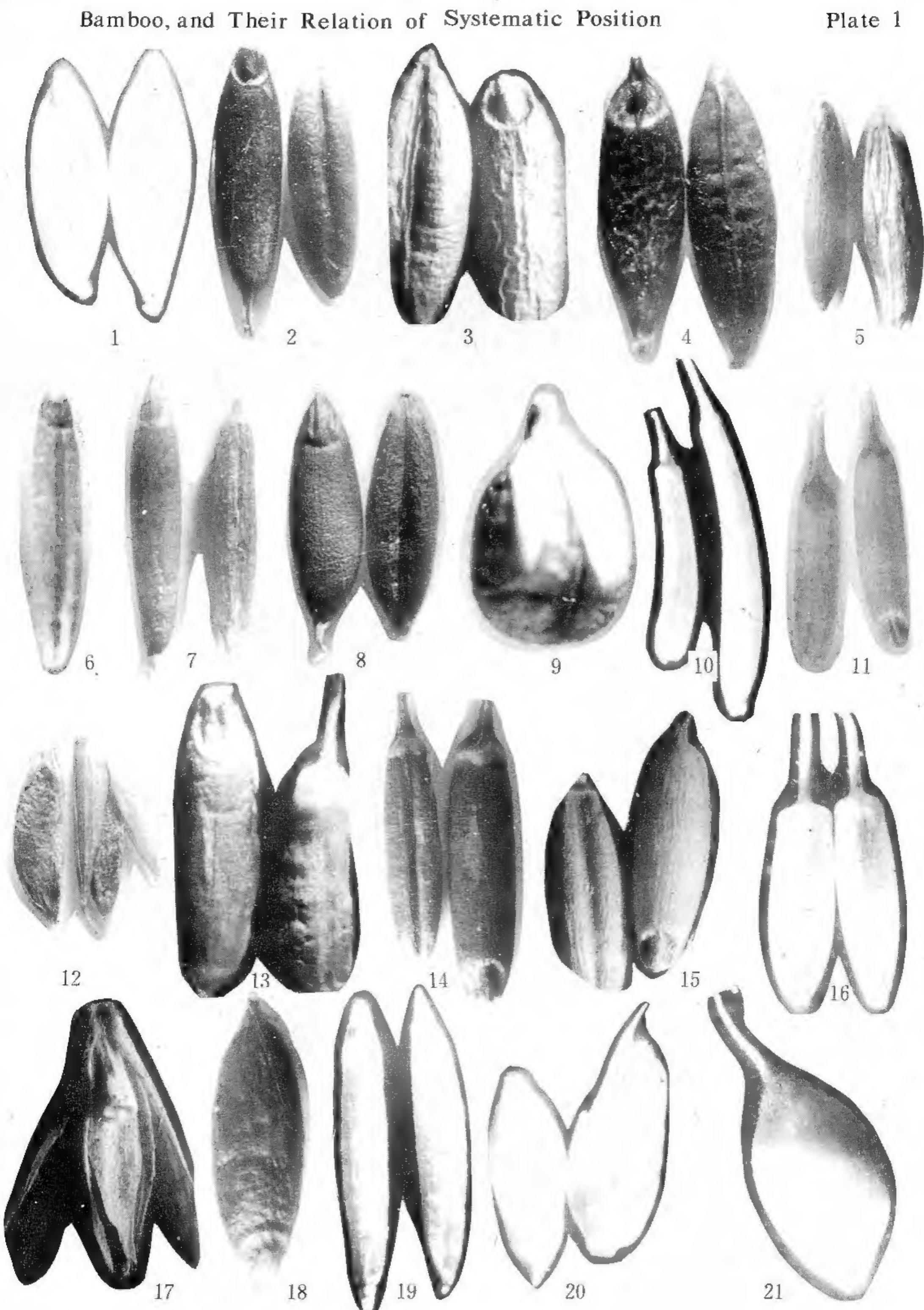
Plate 1: **竹果形态** (Morphology of Bamboo Fruit) 1. *Bambusa arundinacea* ×6; 2. *Bashania fargianus*×6; 3. *B. fargesii*×4; 4. *B. qingchingshanensis*×6; 5. *Chimonocalamus clumosus*×5; 6. *Fargesia hsuchiana*×5; 7. *F. jingpingensis*×7; 8. *F. spathacea*×6; 9. *Gelidocalamus multifolius* ×10; 10. *Gigantochloa albociliata* ×5; 11. *G. nigrociliata*×4; 12. *Indocalamus dumetosa*×4.2; 13. *Phyllostachys praecox*×5; 14. *Ph. heterocycla*×5; 15. *Pleioblastus maculatus*×5; 16. *Thyrsostachys siamensis*×6; 17. *Sasa Sinica*×5; 18. *Chimonobambusa sichuanensis*×5; 19. *Rhipidocladium racemiforum*×10; 20. *Dendrocalamus membranaceus*×5; 21. *D. strictus*×7.

Plate 2: 1. *Chimonobambusa hejiangsis*×5; 2. *Ferrocalamus strictus*×7; 3. *Melocanna* sp. ×6; 4. *Chimonobambusa utilis*×5; 5. *Qiongzhuea communis*×4.5; 6. *Q. rigidula* ×4.5; 7. *Pharus latifolius*×5; 8. *Cephalostachyum pallidum*×1.5; **淀粉小粒** (Starch Small Grain) 9. *Rhipidocaladium racemiflorum*×756; 10. *Dendrocalamus membranaceus*×580; 11. *Qiongzhuea rigidula*×680; 12. *Fargesia jingpingensis*×832; 13. *Gigantochloa nigrociliata*×756; 14. *Pleioblastus maculatus*×580; 15. *Cephalostachyum pallidum*×554; 16. *Melocanna* sp.×806; 17. *Fargesia hsuehiania*×756; 18. *Gigantochloa albociliata*×756; 19. *Phyllostachys heterocycla* ×882; 20. *Thyrsostachys siamensis*×832; 21. *Chimonobambusa hejiangsis*×605; 22. *Ch. clumosus*×605; 23. *Gelidocalamus multifolius*×605; 24. *Phyllostachys praecox*×756; 25. *Chimonobambusa Sichuanensis*×655; 26. *Dendrocalamus strictus*×680.

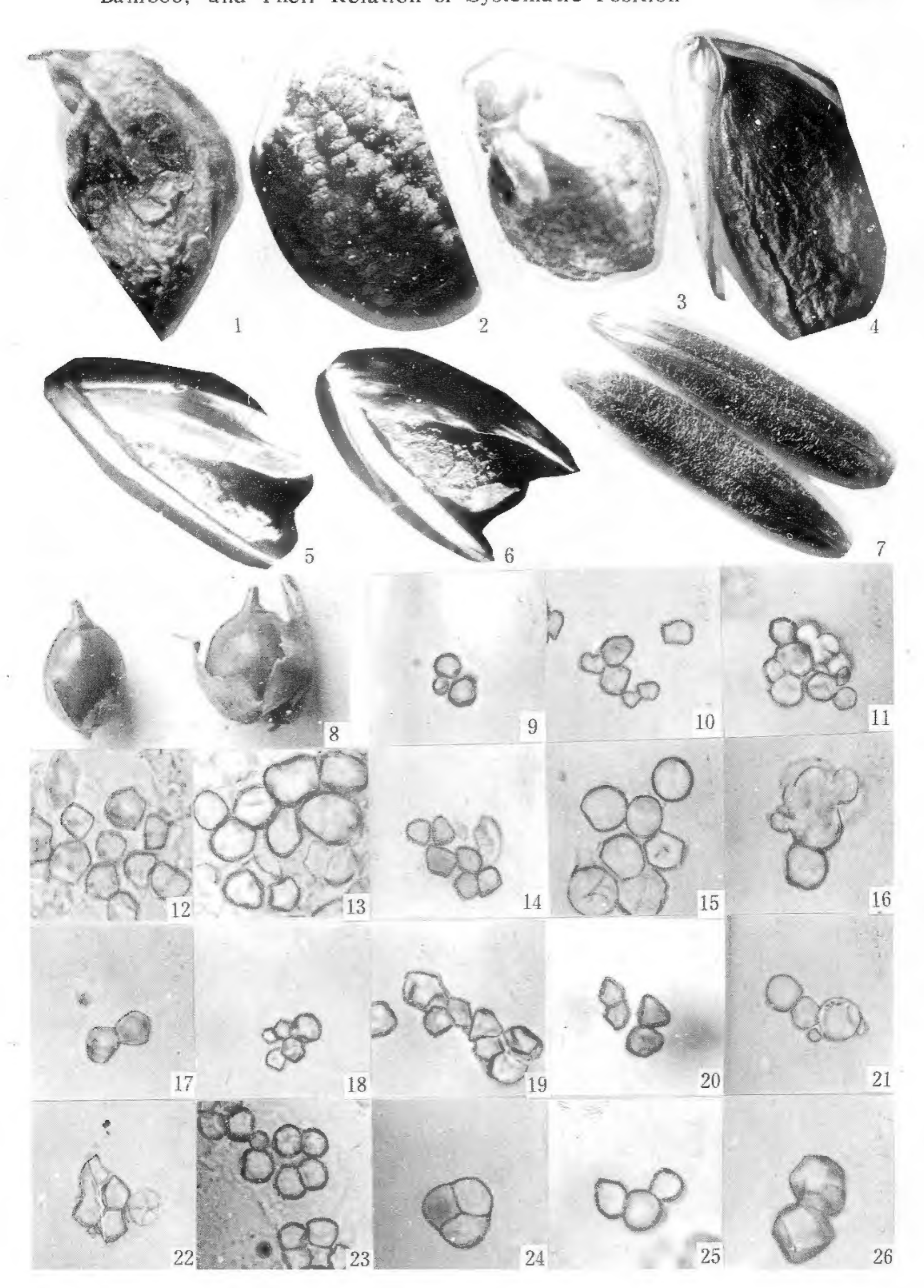
Plate 3: 1. *Bambusa arundinacea*×580; 2. *Indocalamus dumetosa*×580; 3. *Bashania fargenus*×428; 4. *B. fargesii*×554; 5. *B. qingchingshanensis*×630; 6. *Fargesia spathacea*×756; **淀粉粒形态** (Morphology of Starch Grain) 7. *Dendrocalamus strictus*×2192; 8. *Chimonobambusa hejiangsis* ×630; 9. *Melocanna sp.* ×605; 10. *Qiongzhuea rigidula*×580; 11. *Chimonobambusa sichuanensis*×630; 12. *Phyllostachys praecox*×731;13. *Gelidocalamus multifolius*×1008; 14. *Chimonocalamus clumosus*×580; 15. *Bambusa arundinacea*×2192; 16. *Thyrsostachys siamensis*×832; 17. *Phyllostachys heterocycla* ×580; 18. *Gigantochloa albociliata*×706; 19. *Fargesia hsuehiana*×756; 20. *Bashania fargianus*×655; 21. *Cephalostachyum pallidum*×504; 22. *Pleioblastus maculatus*×605; 23. *Gigantochloa nigrociliata*×605; 24. *Fargesia jinpingensis*×857; 25. *fargesii*×605; *dumeto* 26. *Dendrocalamus membranaceus*×580; 27. *Rhipidocladium racemiflorum*×655; 28. *Indocalamus dumetosa* ×655; 29. *Fargesia spathacea*×882; 30. *Bashania qingchingshanensis*×512.

Plate 4 1. *Pleioblastus maculatus* 小粒 (Small Grain); 2. *Bashania fargesii* 小粒 (Small Grain); 3. *Cephalostachyum pallidum* 小粒 (Small Grain); 4. *Sasa sinica* 小粒 (Small Grain); 5. *Clavinodum oedogonotum* 小粒 (Small Grain); 6. *Indocalamus nakai* 小粒 (Small Grain); 7. *Phyllostachys heterocycla* 小粒 (Small Grain); 8. *Ph. heterocycla* 淀粉粒 (Starch Grain).

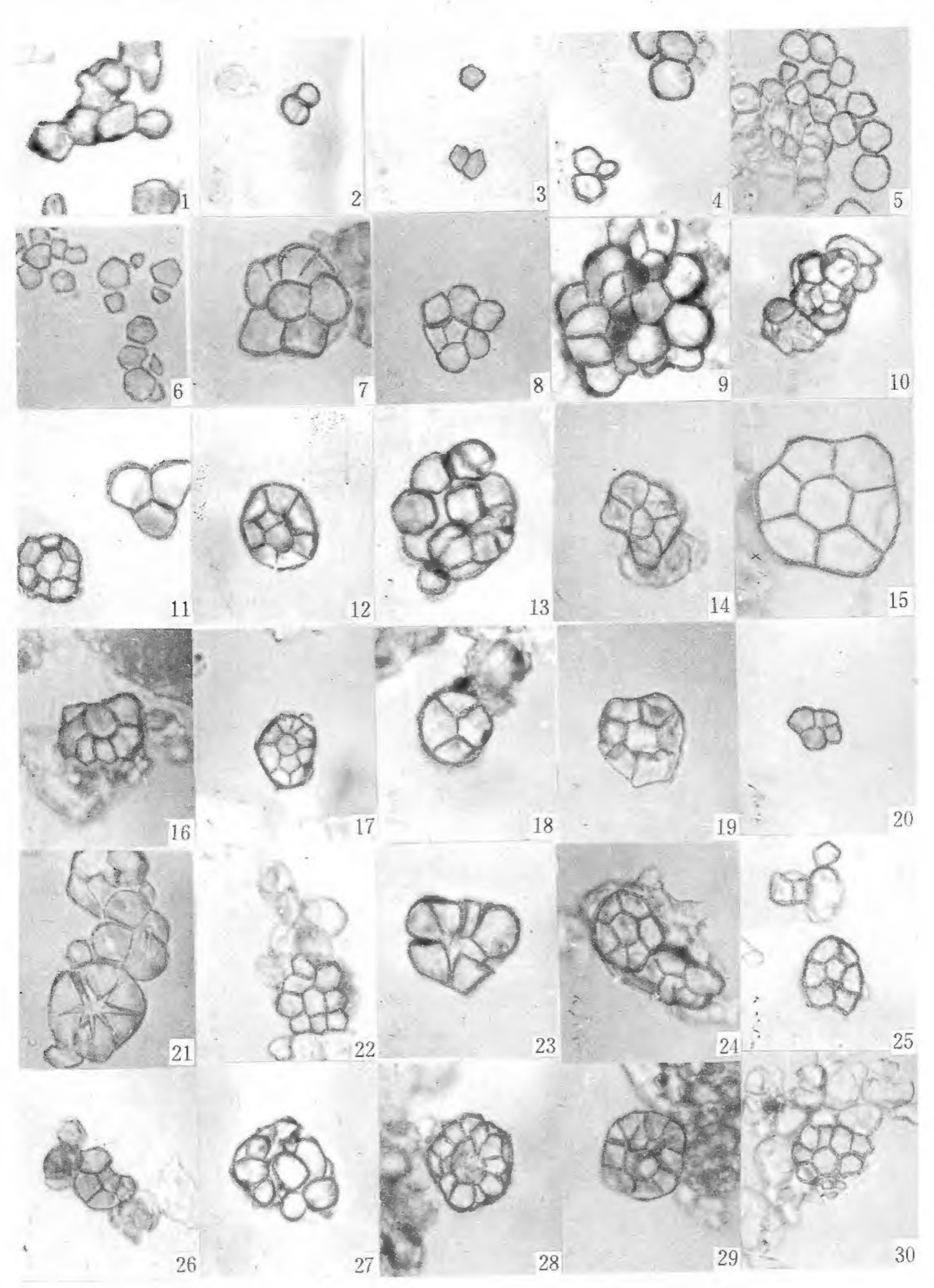
(以上均为电镜照片)



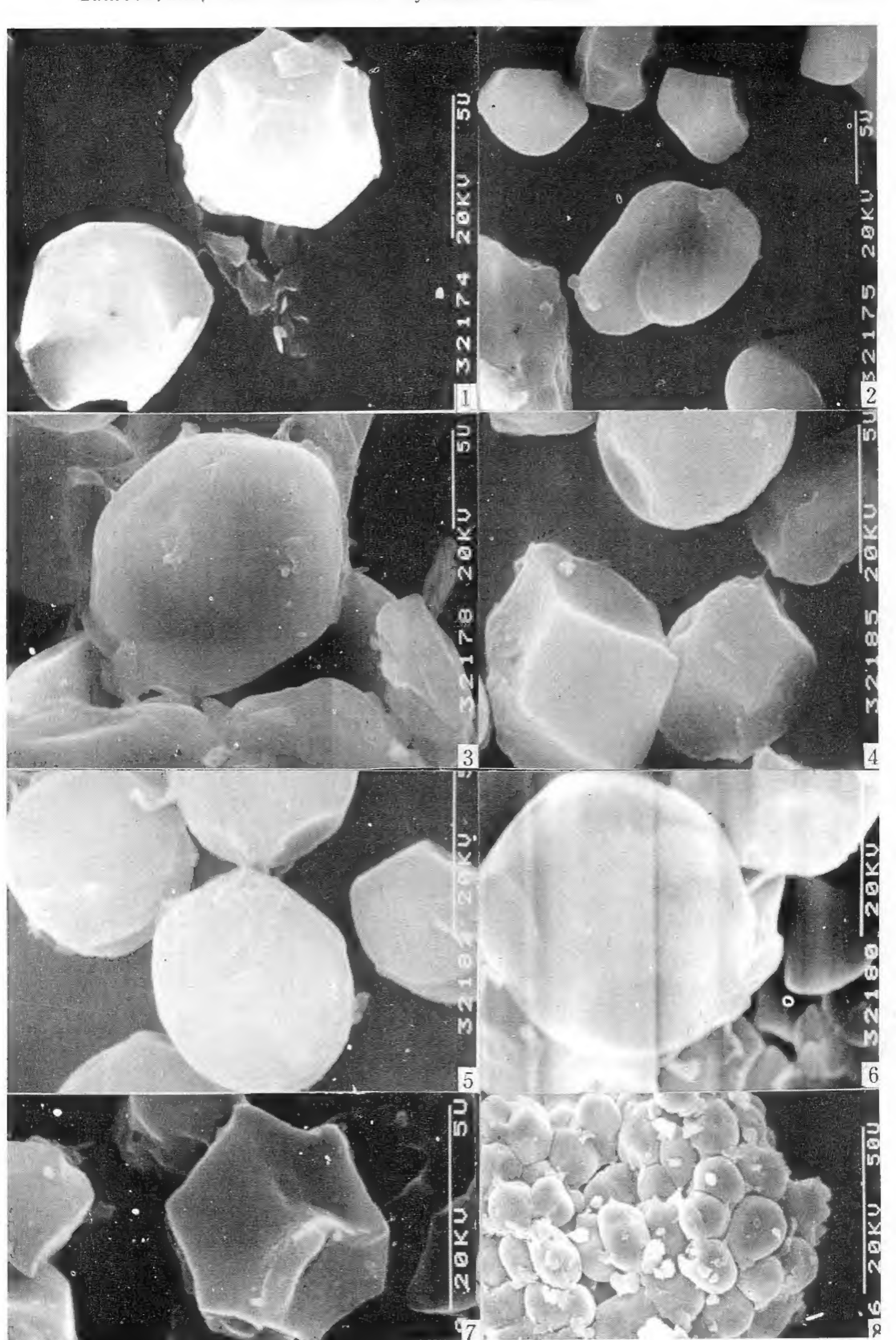
see explanations at the end of text



see explanations at the end of text



see explanations at the end of text


32174 20KU 5U
1
32175 20KU 5U
2
32178 20KU 5U
3
32185 20KU 5U
4
20KU
5
32180 20KU
6
20KU 5U
7
20KU 50U
8